



Trabajo para la Obtención del Título de Graduado en
Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

**EJERCICIO FÍSICO Y ENFERMEDAD RENAL
CRÓNICA. DIRECTRICES DE TRABAJO CON
EJERCICIO FÍSICO EN PACIENTES EN TRATAMIENTO
DE HEMODIÁLISIS**

Autora:

Dña. M^a CARMEN MAYORDOMO ORTEGA

Departamento de Salud y Rendimiento Humano
Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Curso 2014-2015



Trabajo para la obtención del Título de Graduado en
Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

**EJERCICIO FÍSICO Y ENFERMEDAD RENAL
CRÓNICA. DIRECTRICES DE TRABAJO CON
EJERCICIO FÍSICO EN PACIENTES EN TRATAMIENTO
DE HEMODIÁLISIS**

Autora:

Dña. M^a CARMEN MAYORDOMO ORTEGA

Dirigido por:

Dra. Raquel Pedrero Chamizo

(Doctora en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte)

Departamento de Salud y Rendimiento Humano

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Curso 2014-2015

*Hoy no, pero algún día
te voy a contar muchas cosas...*

Agradecimientos

A mi tutora, Raquel Pedrero Chamizo y al departamento *Imfine Research Group* por haberme dado la oportunidad de participar en un proyecto de implantación de ejercicio físico en hemodiálisis, así como toda la gente con la que he trabajado estos meses por la ayuda y el apoyo que me han dado.

A mis profesores de la facultad por los conocimientos, por la ayuda prestada en estos años y por haberme enseñado que esto es solo el comienzo de un largo camino.

A mis compañeros que me han acompañado en esta etapa de mi vida y con los que he pasado los mejores momentos de esta carrera.

A mi familia, que siempre está presente, tanto en los momentos dulces como en los momentos amargos.

Índice de Contenido

Índice de Contenido	VII
Índice de Imágenes y Figuras	IX
Índice de Tablas	IX
Índice de Abreviaturas	IX
RESUMEN	XI
Justificación	13
1. MARCO TEÓRICO	15
1.1 Sistema Renal: anatomía y función	15
1.2. Enfermedad Renal Crónica	16
1.2.1 Fisiopatología	16
1.2.2 Factores de Riesgo y Complicaciones	17
1.2.3 Tratamiento para Enfermedad Renal Crónica Terminal	19
1.3 Función Renal y Ejercicio	21
1.3.1 Flujo Sanguíneo Renal y Ejercicio Físico	21
1.3.2 Filtrado Glomerular y Ejercicio Físico	21
1.4 Ejercicio Físico y Enfermedad Renal Crónica Terminal	22
1.4.1 Objetivo de los Programas de Actividad Física en ERC Terminal	22
1.4.3 Ejercicio Físico y Hemodiálisis	23
1.4.4 Riesgos y Desventajas de la Práctica de Ejercicio Físico	24
2. OBJETIVOS	25
3. MATERIAL Y MÉTODO	27
4. RESULTADOS	29
5. DISCUSIÓN	35
6. CONCLUSIÓN	37
7. DIRECTRICES DE TRABAJO	39

7.1 Pautas de Actuación	39
7.2 Guía de Ejercicio Físico para Enfermedad Renal Crónica Terminal	41
BIBLIOGRAFIA	45
ANEXOS.....	49

Índice de Imágenes y Figuras

Imagen 1. Ilustración de los mecanismos de hemodiálisis y diálisis peritoneal	20
--	----

Índice de Tablas

Tabla 1. Estadios de la enfermedad renal crónica	17
Tabla 2. Manifestaciones clínicas de la enfermedad renal crónica	19
Tabla 3. Estudios de intervención con ejercicio físico intradiálisis	29
Tabla 4. Estudios de intervención con ejercicio físico en días de no diálisis	31

Índice de Abreviaturas

ADH: hormona antidiurética

AF: actividad física

CVRS: calidad de vida relacionada con la salud

DP: diálisis peritoneal

EEMM: electroestimulación

eGFR: tasa de filtrado glomerular estimada

EPO: eritropoyetina

ERC: enfermedad renal crónica

FC: frecuencia cardíaca

FC máx.: frecuencia cardíaca máxima

FF: fracción de filtración

FG: filtrado glomerular

FPR: flujo plasmático renal

FSR: flujo sanguíneo renal

HD: hemodiálisis

KDIGO: kidney disease: improving global outcomes

NKI-KDOQI: national kidney foundation-kidney disease outcomes quality initiative

RM: repetición máxima

SNS: sistema nervioso simpático

TFG: tasa de filtrado glomerular

VO₂ máx.: consumo máximo de oxígeno

RESUMEN

La enfermedad renal crónica es una de las enfermedades con mayor prevalencia a nivel mundial debido al crecimiento y envejecimiento de la población de los países desarrollados.

El número de pacientes con enfermedad crónica terminal aumenta cada año siendo la hemodiálisis el tratamiento de sustitución más común en esta población. A medida que progresa la enfermedad y el tiempo de tratamiento van apareciendo una serie de complicaciones que afectan a los principales sistemas del organismo, produciendo alteraciones musculo-esqueléticas que limitan la capacidad funcional del paciente afectando negativamente a la calidad de vida. Además, muchas de las alteraciones tienen relación con el sistema cardiovascular aumentando el riesgo de mortalidad en el paciente de hemodiálisis.

Muchos factores están relacionados con la calidad de vida del paciente, entre ellos el ejercicio físico. Por ello se realiza una revisión de los artículos publicados que relacionan la enfermedad renal y el ejercicio físico con el objetivo de proporcionar unas directrices de trabajo para esta población.

PALABRAS CLAVE: enfermedad renal crónica, hemodiálisis, ejercicio físico.

ABSTRACT

Chronic Kidney Disease is one of the most prevalent diseases in the world due to the growth of elderly population in development countries.

The number of patients with end-stage kidney disease increases each year and the most common treatment in this population is by hemodialysis. As soon as the disease make progress some complications appear that affect the main systems of human body causing changes in muscle-skeletal system which are going to affect functional capacity and quality of life. Most of the organic changes are related to cardiovascular system increasing the risk of mortality in hemodialysis patient.

There are many factors related to the patient's quality of life, such as physical exercise. For this reason it is made a research in the articles that have been published that established a relationship between chronic kidney disease and exercise with the aim to make a guideline of physical activity for this population.

KEY WORDS: chronic kidney disease, hemodialysis, exercise.

Justificación

Según se ha visto, la mayoría de las intervenciones con ejercicio físico en pacientes de hemodiálisis son llevadas a cabo por personal de enfermería o fisioterapeutas de los hospitales o clínicas, realizando una función que no entra dentro de sus competencias. Esa función debe realizarla el licenciado o graduado en ciencias de la actividad física y el deporte, pues es el que estudia las respuestas fisiológicas del ejercicio físico en el organismo y por lo tanto sabe adaptar las características de un tipo de actividad física a las poblaciones especiales.

Con trabajos como este damos a conocer el papel que realiza el profesional de la actividad física en el ámbito de la salud exigiendo la regulación profesional y el reconocimiento a su labor como un miembro más de los equipos multidisciplinares.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Sistema Renal: anatomía y función

El sistema renal está compuesto por dos riñones ubicados en las fosas lumbares, detrás del peritoneo, a ambos lados de la columna vertebral entre las vértebras D12 y L3. En un corte longitudinal los riñones presentan una zona externa o corteza y una zona interna denominada médula renal¹.

La nefrona es la unidad anatomofuncional del riñón, y en cada uno podemos encontrar en torno a dos millones de unidades. Cada nefrona está formada por^{1,2}:

- Corpúsculo de Malpighi o glomérulo, formado a su vez por un conjunto de capilares y la cápsula de Bowman.
- Túbulo: que se localiza desde el extremo de la cápsula de Bowman hasta el túbulo colector.

La principal función del riñón es filtrar la sangre², por lo que los profesionales de la salud se refieren a la “función renal” para hablar de la eficiencia con que los riñones filtran la sangre. Cada día los riñones de una persona procesan aproximadamente 190 litros de sangre y eliminan alrededor de 2 litros de productos de desecho y de agua en exceso, en forma de orina³.

Atendiendo a su estructura, el riñón va a tener dos funciones principales²:

- a. Función glomerular: el glomérulo actúa como un colador manteniendo las proteínas y células normales en el torrente sanguíneo al mismo tiempo que deja pasar los productos de desecho y el exceso de agua³.
- b. Función tubular: esencial en el mantenimiento del equilibrio del medio interno mediante la reabsorción y la excreción^{2,3}. A través de la reabsorción, el riñón es capaz de devolver a la circulación aquellas moléculas que por su tamaño y sus características fisicoquímicas, puedan haber pasado el filtrado glomerular. Igualmente, el riñón es capaz de realizar el proceso inverso a la reabsorción, es decir, pasar moléculas de la sangre hacia el líquido tubular para eliminarlas por la orina (excreción).

Además de eliminar desechos, los riñones liberan tres importantes hormonas³:

- Eritropoyetina (EPO), que estimula la médula ósea para producir glóbulos rojos.

- Renina, que regula la presión arterial.
- Calcitriol, la forma activa de la vitamina D, que ayuda a mantener el calcio para los huesos y para el equilibrio químico normal en el cuerpo.

La función de los riñones se calcula con una muestra de sangre mediante una fórmula para determinar la tasa de filtración glomerular estimada (eGFR), que corresponde con el porcentaje disponible de función renal.

1.2. Enfermedad Renal Crónica

1.2.1 Fisiopatología

Se define Enfermedad Renal Crónica (ERC) como la pérdida permanente de la función de los riñones⁴ a causa de un daño en los glomérulos, que hace que no puedan filtrar la sangre como debieran, acumulándose los productos de desecho en el organismo y causando problemas de salud⁵.

La mayoría de las enfermedades de los riñones atacan a las nefronas causando una pérdida en su capacidad de filtración. El daño a las nefronas puede ocurrir rápidamente, con frecuencia como resultado de lesión o envenenamiento, o de forma progresiva y en silencio como resulta de la mayoría de las enfermedades de los riñones³.

Cuando se destruyen las nefronas, el organismo pone en marcha mecanismos que intentan sustituir su función, y como consecuencia se produce una hipertrofia e hiperfiltración de los glomérulos restantes que si no se corrige terminan por destruirlos progresivamente⁶.

El nuevo concepto, definición y clasificación de ERC tiene como objetivo el de prevenir, detectar y manejar esta enfermedad y sus factores de riesgo, disminuyendo el riesgo cardiovascular y la progresión de la enfermedad renal⁵.

Siguiendo la tendencia de la *National Kidney Foundation-Kidney Disease Outcomes Quality Initiative* (NKF-KDOQI), la organización *Kidney Disease: Improving Global Outcomes* (KDIGO) da una clasificación de la ERC que divide la enfermedad en cinco etapas en función de la tasa de filtrado glomerular (TFG)⁷:

Tabla 1. Estadios de la enfermedad renal crónica⁷

Estadio de ERC	Descripción	TFG ml/min/1,73 m²
1	Daño renal con disminución discreta de la TFG	≥ 90
2	Daño renal con disminución discreta de la TFG	60-89
3	Disminución moderada de la TFG	30-59
4	Disminución severa de la TFG	15-29
5-5D	Insuficiencia renal	< 15 (o diálisis)

Estadio 1: se produce una lenta disminución del FG sin manifestaciones clínicas ni bioquímicas específicas de la insuficiencia renal. Existe una alteración de la absorción intestinal de calcio y un déficit en la excreción de fósforo.

Estadio 2: se produce una pérdida de entre el 50-20% de TFG aumentando ligeramente los niveles de urea y creatinina séricas, con incapacidad de concentrar orina.

Estadio 3: disminución de la función renal entre 20-5% de lo normal con manifestación de anemia importante.

Estadio 4: la función renal es inferior al 5% de lo normal apareciendo manifestaciones de todos los órganos del cuerpo, viéndose alterada la tensión arterial, frecuencia cardíaca, bioquímica, etc⁸.

Estadio 5: es el momento en el que los riñones pierden la funcionalidad y se precisa de tratamiento de diálisis para poder vivir o trasplante de riñón.

Una persona con la TFG por debajo de 60 durante 3 meses o más tiene ERC y a medida que disminuye la función renal, aumenta el riesgo de que aparezcan complicaciones².

1.2.2 Factores de Riesgo y Complicaciones

La velocidad de progresión de la ERC puede verse influenciada por una serie de factores de riesgo que en muchas ocasiones están presentes sin haberse manifestado. Algunos de ellos son modificables y van a permitir retrasar o controlar la progresión de la enfermedad renal, como son la proteinuria, la hipertensión, la diabetes, la obesidad, el tabaquismo, la anemia, dislipidemia o el síndrome metabólico; mientras que existe otro grupo sobre los cuales no se puede intervenir porque son no modificables, como la edad, el grado de función renal inicial, la raza, el sexo u otros factores genéticos^{8,9}.

Muchas de las complicaciones de la ERC se pueden prevenir con la detección precoz y su correspondiente tratamiento. Sin embargo, hay un pronunciado incremento del riesgo de mortalidad cardiovascular entre las etapas 3 y 5 de la ERC, siendo la principal causa de muerte en el paciente, independientemente de la presencia o no de los factores de riesgo, pues éstos no explican el incremento de mortalidad en el paciente.

La enfermedad renal afecta a muchos órganos y sistemas del organismo que presentan manifestaciones clínicas en estadios avanzados de la enfermedad¹⁰. Dentro de los más afectados podemos encontrar:

a. Alteraciones cardiovasculares: son la principal causa de morbilidad y mortalidad debido a las alteraciones que sufren las arterias y el músculo cardíaco¹⁰. Entre las manifestaciones cardiovasculares que aumentan el riesgo de mortalidad se encuentran las calcificaciones vasculares⁷, que se caracterizan por la transformación de las células del músculo liso vascular en células osteocondrogénicas a través de un proceso similar al de la formación de hueso¹¹. Estas pueden ocurrir en la capa interna o media de las arterias o en las válvulas cardíacas.

b. Alteraciones del sistema respiratorio: siendo la más común la formación de edema pulmonar debido a la acumulación de agua por el malfuncionamiento del riñón. Además, es frecuente encontrar infecciones respiratorias como consecuencia de la debilidad del sistema inmunológico, y menos frecuente se pueden presentar calcificaciones vasculares de tejidos blandos¹¹ que afectan al pulmón en pacientes con enfermedad renal muy avanzada produciendo fibrosis¹².

c. Alteraciones del sistema musculo-esquelético: producen atrofia muscular como consecuencia de una miopatía urémica, causada por una estructura y funcionalidad anormal de las fibras musculares, o por neuropatía urémica, causada por degeneración axonal. Esta última se puede corregir con una correcta hemodiálisis (HD), pero la miopatía urémica no. Además, el paciente con ERC tiene las fibras musculares alteradas para tratar de adaptarse a los cambios que se producen en el medio interno³, produciendo alteraciones del metabolismo óseo-mineral que disminuyen progresivamente la masa muscular, la fuerza y la flexibilidad⁷, aumentando el riesgo de caídas y fracturas, generando una importante pérdida en la capacidad funcional del paciente⁸.

d. Alteraciones del sistema nervioso: que incluyen menor capacidad para concentrarse, insomnio o depresión, entre otras. En el comienzo del tratamiento de diálisis es muy frecuente la aparición de neuropatía periférica generando una pérdida de la capacidad sensorial que generalmente es distal y simétrica en las extremidades inferiores, favoreciendo la pérdida de la masa muscular⁸.

Además de las alteraciones mencionadas, los pacientes con enfermedad renal crónica pueden padecer de otro tipo de manifestaciones clínicas, tal y como se resume en la tabla 2:

Tabla 2. Manifestaciones clínicas de la enfermedad renal crónica¹⁰

Sistema nervioso	Encefalopatía Polineuropatía periférica Disfunción del sistema autónomo
Sistema hematológico	Anemia Disfunción plaquetar Hipercoagulabilidad Inmunodeficiencia humoral y celular: infecciones y neoplasias
Sistema cardiovascular	Hipertensión Miocardiopatía Cardiopatía isquémica Pericarditis Vasculopatía periférica Accidentes cerebrovasculares
Aparato osteoarticular	Enfermedad ósea de alto remodelado Enfermedad ósea de bajo remodelado Amiloidosis por depósitos de b2microglobulina Artritis gotosa Pseudogota cálcica
Sistema respiratorio	Derrame pleural Edema pulmonar Calcificaciones pulmonares
Sistema digestivo	Anorexia Nauseas, vómitos Ascitis Úlcus gastroduodenal Angiodisplasia de colon Diverticulitis

1.2.3 Tratamiento para Enfermedad Renal Crónica Terminal

En la enfermedad renal crónica de estadio 5 o terminal el único tratamiento posible es la diálisis o el trasplante¹⁰.

Hay dos formas principales de diálisis que son la hemodiálisis y la diálisis peritoneal (DP).

La HD utiliza un filtro llamado dializador, que funciona como un riñón artificial, que se conecta a la máquina para depurar la sangre del paciente filtrando los desechos y el exceso de agua y sal. La sangre llega a la máquina a través de unos tubos y regresa limpia a través de otro conjunto de tubos al cuerpo del paciente.

Este tratamiento se lleva a cabo en un centro de diálisis u hospital, en condiciones normales 3 veces a la semana durante 3 o 4 horas. Este es el método más común de tratamiento por HD, aunque también existen otros como la hemodiálisis diaria en el hogar o la nocturna.

La DP consiste en la inyección en el abdomen de un líquido, denominado solución de diálisis, que atrapa los productos de desecho, se drena a través de un catéter y a continuación se gotea una bolsa de líquido nueva en el abdomen.

Este proceso puede llevarse a cabo de forma ambulatoria cuatro veces al día, o de forma domiciliaria por la noche a través de una máquina que drena el abdomen y lo vuelve a llenar automáticamente³.

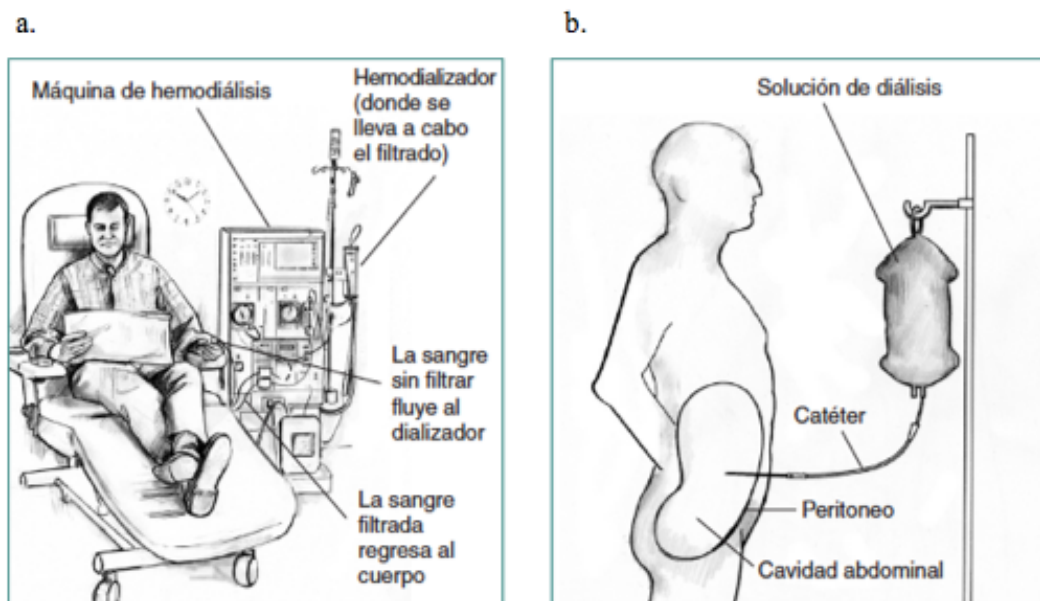


Imagen 1. Ilustración de los mecanismos de hemodiálisis (a) y diálisis peritoneal (b).

Fuente: los riñones y cómo funcionan: National Kidney and Urologic Diseases Information Clearinghouse

1.3 Función Renal y Ejercicio

1.3.1 Flujo Sanguíneo Renal y Ejercicio Físico

El ejercicio físico produce cambios en la hemodinámica renal como consecuencia del aumento del gasto cardíaco y de la frecuencia cardíaca (FC) respecto a los valores de reposo, y mayor retorno venoso. Principalmente la masa muscular es responsable del aumento del gasto cardíaco como consecuencia de la vasodilatación inducida por el ejercicio, disminuyendo el flujo sanguíneo renal (FSR) de forma proporcional al aumento de la intensidad del ejercicio, lo que lleva a un descenso del flujo plasmático renal (FPR)¹³.

La disminución del FSR como consecuencia del ejercicio se debe principalmente al aumento de la actividad simpática renal, al aumento de los niveles plasmáticos de adrenalina y noradrenalina, al aumento de secreción de renina y formación de angiotensina II y al aumento de liberación de la hormona antidiurética (ADH). Además, un exceso de sudoración favorece una mayor caída de FSR, por lo que una buena hidratación antes de hacer ejercicio puede minimizar el efecto de la disminución de FSR¹³.

1.3.2 Filtrado Glomerular y Ejercicio Físico

El FG mantiene constantes los valores de reposo con un ejercicio físico de carácter ligero. Sin embargo, un ejercicio que supere el 50% del consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.) puede llegar a reducir el FG hasta un 50% de los niveles basales¹³.

Para compensar este efecto se ponen en marcha mecanismos que van a regular el FG durante el ejercicio, bien por la acción del sistema nervioso simpático (SNS), provocando una vasoconstricción generalizada con el objetivo de derivar el flujo sanguíneo a los tejidos que lo necesiten, o mediante la vasoconstricción de la arteriola eferente, lo que mantendría relativamente constante el FG (autorregulación). Sin embargo, este último podría tener como consecuencia la aparición de alteraciones renales, pues al provocar una vasoconstricción de la arteriola eferente, se acumulará la sangre en el glomérulo para facilitar la filtración, hecho que puede favorecer la aparición de proteínas y/o células sanguíneas en la orina⁴.

Con los mecanismos de regulación del FG aumenta el FSR y el FPR, con lo que la fracción de filtración (FF) se ve aumentada en proporción al aumento de la intensidad del ejercicio^{4,8,13}.

1.4 Ejercicio Físico y Enfermedad Renal Crónica Terminal

El ejercicio físico en el paciente en tratamiento con HD ayuda a disminuir la retención de líquidos en los tejidos⁸ producida por la acumulación de los desechos metabólicos en la fibra muscular. Mediante el aumento de la sudoración en el ejercicio y función respiratoria se ayuda al organismo a la eliminación de agua en exceso y productos que alteran el pH sanguíneo para un mejor control de la homeostasis y el equilibrio ácido-básico¹⁴.

Los programas de ejercicio físico durante la HD se empezaron a introducir en algunos países, como Estados Unidos, a principio de la década de los años 1980 y hasta el día de hoy numerosos estudios muestran beneficios del ejercicio físico en esta población, tanto a nivel fisiológico como funcional o psicológico.

Después de 30 años de investigación, actualmente podemos decir que el ejercicio físico para este tipo de población es seguro según los efectos mostrados en los diferentes estudios, siendo la modalidad intradiálisis en HD la que tiene mayor adherencia.

Sin embargo, en la mayoría de los países aun no se han implantado programas de ejercicio físico. Concretamente en España, existen pocos estudios que muestren los efectos del ejercicio en pacientes con ERC. Esto se debe, en primer lugar, a que España es el país que realiza mayor número de trasplantes, lo que podría explicar que las investigaciones pasaran a un segundo plano, pues la mayoría de los pacientes son personas de tercera edad y con alto riesgo de mortalidad que no son aptos para ese tratamiento; y en segundo lugar, en España el paciente con ERC en HD supone un alto coste sanitario en su tratamiento sustitutivo, medicación y los ingresos hospitalarios a causa de los problemas derivados de la enfermedad, lo que puede estar limitando la inversión en investigaciones y por lo tanto no existen protocolos de práctica clínica¹⁵.

1.4.1 Objetivo de los Programas de Actividad Física en ERC Terminal

A medida que se prolonga el tratamiento sustitutivo en los pacientes con ERC disminuye la capacidad funcional, razón por la que uno de los aspectos más importantes en el cuidado diario del paciente renal debería estar enfocado a proporcionar programas de ejercicio físico¹⁶.

El objetivo común que tienen los programas de ejercicio físico es mejorar la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS)¹⁶. El ejercicio físico ayuda a combatir los

factores que afectan a la progresión de la enfermedad y a minimizar los cambios en la homeostasis aumentando la resistencia a las modificaciones del medio interno, con el objetivo de reducir el impacto que produce la sesión de diálisis en los pacientes, disminuir la morbilidad y, en caso de que el paciente tuviera oportunidad de trasplante, esperar el momento en las mejores condiciones¹⁵.

1.4.3 Ejercicio Físico y Hemodiálisis

Las consecuencias que produce la hemodiálisis en el paciente ERC, junto con el estilo de vida sedentario que adopta la mayoría de esta población, afecta a los sistemas orgánicos del cuerpo, resultando alterados en mayor proporción el sistema cardiovascular y el musculoesquelético^{8,12}, siendo fundamentales en el pronóstico del paciente en HD.

Una encuesta realizada¹² a 2264 pacientes en tratamiento de HD y DP sobre hábitos de actividad física desveló que un 35,1% de esos pacientes practicaba muy poco o ningún tipo de actividad física, siendo las mujeres y las personas de edad más avanzada las que manifestaron hábitos sedentarios más acentuados. Además, estas conductas sedentarias fueron asociadas con padecer enfermedades cardíacas y a un mayor riesgo de mortalidad.

El ejercicio aeróbico es beneficioso para la correcta función cardiovascular, que es una de las primeras funciones que se ve afectada por el progreso de la ERC. Además, el ejercicio aeróbico aumenta el VO_2 máx. y, como consecuencia se produce un incremento proporcional de la capacidad de trabajo. El efecto de este tipo de trabajo es muy conveniente para el paciente con ERC ya que no produce una gran cantidad de sustancias de desecho metabólico, pues la degradación del sustrato llega a sus productos finales (agua metabólica y dióxido de carbono). Además, las células son capaces de captar mayor cantidad de oxígeno, necesario para que el riñón realice su función incluso cuando disminuye el número de nefronas funcionantes¹⁵.

Por otro lado, el ejercicio físico funciona como una herramienta preventiva de la pérdida de masa muscular que al mismo tiempo aumenta la capacidad de ejercicio y la tolerancia al mismo, mejorando la condición física de los pacientes¹². El entrenamiento de la fuerza va a tener efectos positivos sobre la masa muscular, aumentando los niveles de fuerza y con ello la funcionalidad del paciente. Al ser una de las capacidades físicas

que más limita la calidad de vida, esta también se va a ver aumentada en el momento en que el aparezcan en el paciente los beneficios del ejercicio físico¹⁶.

1.4.4 Riesgos y Desventajas de la Práctica de Ejercicio Físico

En los pacientes que reciben tratamiento sustitutivo de HD es aconsejable no realizar ejercicio inmediatamente después de la sesión porque los parámetros orgánicos, como pueden ser los fluidos y los electrolitos, cambian muy rápido desde que comienza hasta que termina el proceso. De igual manera, si se realiza ejercicio durante las horas de conexión a HD se aconseja que se haga en una fase del comienzo para prevenir la hipotensión¹².

Estos pacientes tienen mayor riesgo de sufrir una fractura como consecuencia de las alteraciones del metabolismo óseo asociadas a la ERC además del riesgo aumentado de mortalidad por accidente cardiovascular. Por esta razón es fundamental conocer el grado de la enfermedad y la situación de las complicaciones asociadas antes de prescribir ejercicio físico.

Hasta el momento ningún estudio ha evaluado los riesgos de la práctica de ejercicio físico en los pacientes con ERC¹².

2. OBJETIVOS

Los objetivos del Trabajo Fin de Grado son los siguientes:

1. Profundizar en el efecto del ejercicio físico en pacientes con enfermedad renal crónica terminal a través de la revisión de la bibliografía.
2. Analizar los métodos de entrenamiento más adecuados en pacientes con enfermedad renal crónica en tratamiento de hemodiálisis..
3. Establecer unos criterios de intervención con ejercicio físico en pacientes con enfermedad renal crónica en tratamiento de hemodiálisis.

3. MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó una revisión bibliográfica introduciendo los términos enfermedad renal crónica terminal, hemodiálisis, ejercicio, actividad física y capacidad funcional (*end-stage renal disease, hemodialysis, exercise, physical activity and functional capacity*) en las bases de datos Pubmed, Medline y Google Académico. Otras fuentes utilizadas fueron las listas de referencia bibliográfica de los artículos seleccionados y libros de la biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de Madrid.

Se estableció como criterio de inclusión los estudios publicados en los últimos 15 años que analizaran los efectos del ejercicio físico en pacientes con ERC terminal. Además se recopilaron dos artículos de revisión y un meta-análisis para mejor documentación. Se excluyeron los artículos escritos en un idioma que no fuera español o inglés.

4. RESULTADOS

Se revisaron un total de 25 artículos, de los cuales 14 cumplieron los requisitos de inclusión y exclusión mencionados en el apartado anterior. Una vez revisados, se crearon dos grupos en función del momento en el que los sujetos recibieron la sesión de ejercicio físico. Por un lado, los estudios cuya fase de intervención con ejercicio físico tuvo lugar intradiálisis (10 artículos) y, por otro lado, estudios que realizaron la intervención fuera del periodo de tratamiento sustitutivo (4 artículos).

La tabla 2 resume los estudios de intervención con ejercicio físico realizados en pacientes durante su sesión de hemodiálisis. De ellos, 3 estudios utilizan para la intervención programas cardiovasculares, 1 estudio entrenamiento de fuerza, 1 estudio entrenamiento con electroestimulación, 1 estudio entrenamiento combinado de fuerza y electroestimulación y 4 estudios combinan el entrenamiento cardiovascular y de fuerza. La duración de las intervenciones varían desde las 5 semanas hasta los 6 meses y se realizan sesiones con ejercicio físico entre 23 veces a la semana, coincidiendo con las 2 primeras horas de la sesión de hemodiálisis. Todos los programas se realizan de forma controlada y supervisada, en 2 estudios por un fisioterapeuta, otros 2 estudios por un enfermero, otro por un kinesiólogo acompañado de un médico, otro por un fisiólogo del ejercicio, otro por 2 monitores de actividad física y en 3 estudios no se identifica la titulación de la persona responsable.

La tabla 3 resume los estudios de intervención con ejercicio físico llevados a cabo en los días de no diálisis. En total, 4 son los estudios analizados. La intervención con ejercicio físico varía considerablemente de un estudio a otro. En uno de ellos optan por ejercicio físico domiciliario, no supervisado pero si controlado, y el resto son intervenciones que se realizan en clínicas de rehabilitación. En el programa domiciliario se realiza ejercicio cardiovascular mientras que en los otros 3 estudios en uno realizan ejercicio cardiovascular y de flexibilidad, en otro entrenamiento combinado cardiovascular y de fuerza y en el último realizan taichí. La duración de estos programas varia de 3 a 12 meses y se realizan de 2-3 sesiones a la semana, los grupos que acuden a la clínica, y 5 días a la semana el grupo de ejercicio domiciliario. Los programas realizados en clínicas fueron dirigidos principalmente por entrenadores personales y monitores de actividad física.

Todos los estudios muestran beneficios en la fuerza, en la capacidad funcional y en la sintomatología depresiva^{16,19,22}.

Para valorar la fuerza en las extremidades superiores utilizan un dinamómetro y para las extremidades inferiores un dinamómetro de tracción^{16,19,22}.

Para valorar la capacidad funcional realizaron el test de 6 minutos de la marcha (6MWT)^{16,17,19,22} y el test STS10 (sit to stand to sit)^{16,19,22}.

El test de 6MWT consiste en recorrer la mayor distancia posible en 6 minutos a ritmo activo y el test STS10 consiste en levantarse y sentarse lo más rápido posible durante 10 veces, partiendo desde la posición de sentados con los brazos cruzados en el pecho y terminando en la misma posición. En ambas pruebas se anotaba el tiempo en segundos que se tardaba en realizar el ejercicio.

Casi todos los estudios realizan estas pruebas para valorar la fuerza y la capacidad funcional de los pacientes. En el caso de las pruebas de valoración de la capacidad funcional se eligen el test 6MWT y STS10 por ser de fácil ejecución, económicos y están relacionados con actividades de la vida diaria, por lo que son los más utilizados con personas mayores.

Tabla 3. Estudios de intervención con ejercicio físico intradiálisis.

Estudio	Duración	Nº Pac.	Aeróbico	Fuerza	EEMM	Flexib.	Tiempo Sesión	Frec./sem.	A cargo de
Junque A et al. (2015)¹⁶	12 semanas	11	Cicloergómetro 3-15 min	Cintas elásticas, balones medicinales, pelotas de contracción, tobilleras lastradas, mancuernas y otras pesas lastradas.	No	No	45-50 min	2	Personal de enfermería
Oliveros MS et al. (2011)¹⁷	16 semanas	15	20-25 min pedalina 40-60% FC reserva Borg: 13	Isotónicos con bandas elásticas 20-25 min extensión de rodilla.	No	No	45-60 min	3	Kinesiólogo y médico
Magnard J et al. (2013)¹⁸	24 semanas	50	Cicloergómetro adaptado 19-15-20-30 min 70% FC máx.	No	No	No	Lo que dure el ejercicio aeróbico	3	
Contreras GM et al. (2011)¹⁹	5 semanas	10	No	3x15 extensión de rodilla, triple extensión de MI con tobilleras lastradas y bandas elásticas.	Isométrico de cuádriceps 3'' contracción 6'' relajación	No	Lo que dure la sesión de fuerza	3	Fisioterapeuta
Junque A et al. (2014)²⁰	12 semanas	22	No	No	Cuádriceps: tonificación, R aeróbica, rehabilitación amiotrófica e hipertrófica, potencia muscular y fuerza-resistencia.	No	30-45 min	3	

Junque A et al. (2013)²¹	12 semanas	11	Cicloergómetro	Balones medicinales, pesas, bandas elásticas	Cuádriceps: tonificación, R aeróbica, rehabilitación amiotrófica e hipertrófica, potencia muscular y fuerza-resistencia.	No	45-50 min	2	Enfermería
Parsons T et al. (2006)²²	20 semanas	13	Cicloergómetro y mini stepper 2x30 min. Rec: 30 min	No	No	No	60 min	3	Fisioterapeuta
Cheema B et al. (2007)²³	12 semanas	49	No	2x8 rep. de 10 ejercicios (flexiones, ABD, y RE, extensión de tríceps, flexión de bíceps, extensión-flexión de rodilla, flexión y ABD de cadera, SLR).	No	No	Fuerza	3	Fisiólogo del ejercicio
Konstantinidou E et al. (2002)²⁴	6 meses	12	30 min cicloergómetro (5 min calentamiento y 5 min vuelta a la calma) 70% FCmáx.	20 min ejercicios de fuerza en MI con bandas elásticas y pesos.	No	10 min	60	3	Físicos del deporte y 2 monitores de AF especializados en renal
Golebioski T et al. (2012)²⁵	3 meses	29	Cicloergómetro	No	No	No	50-70 min	3	
Wilund KR et al. (2010)²⁶	4 meses	17	Cicloergómetro hasta 45 min Borg: 12-14	No	No	No	45 min	3	

Nº Pac.: número de pacientes, EEMM: electroestimulación, flexib.: flexibilidad, frec./sem.: frecuencia a la semana, FC: frecuencia cardíaca, FCmáx: frecuencia cardíaca máxima, AF: actividad física, MI: miembro inferior, min: minutos, rec: recuperación, R: resistencia.

Tabla 4. Estudios de intervención con ejercicio físico en días de no diálisis.

Estudio	Duración	Nº pac.	Aeróbico	Fuerza	EEMM	Flexib.	Otros	Tiempo Sesión	Frec./sem.	A cargo de
Capitanini A et al. (2008)²⁷	12 meses	10	Cicloergómetro 20-25 min hasta 60% VO ₂ máx.	No	No	15-20 min calentamiento		90 min	2	Entrenador personal y enfermera de diálisis
Konstantinidou E et al. (2002)²⁴	6 meses	21	10 min calentamiento cicloergómetro o tapiz 30 min de ejercicios aeróbicos 60-70% FC máx.	A partir del segundo mes fuerza- resistencia	No	10 min	A partir del 3 mes los más jóvenes 1 día a la semana futbol o baloncesto. El resto piscina.	60 min	3	Físicos del deporte y 2 monitores de AF especializados en renal
Konstantinidou E et al. (2002)²⁴	6 meses	12	30 min cicloergómetro domiciliario 50-60% FC máx.	Si (básico)	No	Si (básico)	No	30 min	5	Controlados y no supervisados
Gómez A et al. (2008)²⁸	3 meses	31	No	No	No	Si	Taichi	60 min	3	

Nº Pac.: número de pacientes, EEMM: electroestimulación, flexib.: flexibilidad, frec./sem.: frecuencia a la semana, VO₂ máx.: consumo máximo de oxígeno, FCmáx: frecuencia cardiaca máxima, min: minutos, AF: actividad física

5. DISCUSIÓN

Ejercicio Cardiovascular

Todos los autores coinciden en que la intensidad del ejercicio debe de ser de baja a moderada entre un 60-70% FC máx.²⁴, 40-60% FC reserva¹⁷ o hasta el 60% VO₂ máx.²⁷, ya sea durante las sesiones de hemodiálisis o fuera de las mismas. Se realizará en progresión hasta los 20-25 minutos^{17,27} pudiendo llegar a 30 minutos de forma continuada^{18,24} o intercalándolos con un descanso²² o incluso a 45 minutos²⁶ sin descanso en aquellos que tengan mejor condición física.

Ejercicio de Fuerza

El ejercicio de fuerza durante la hemodiálisis esta limitado a la posición de sedestación que tiene el paciente durante todo el tratamiento, por lo que la posibilidad de variar el ejercicio es complicado. Se utilizan bandas elásticas^{16,19,17,21,24} con distintas resistencias, pelotas de contracción¹⁶, tobilleras lastradas^{16,19}, mancuernas o pesos^{16,21,24} y balones medicinales^{16,21}.

En los pacientes que realizan el entrenamiento de fuerza fuera de la diálisis pueden llegar hasta un 70-75% de 1RM, como mínimo una serie de 10-15 repeticiones de 2 a 3 días a la semana¹². Se pueden utilizar pesos libres, máquinas, máquinas isocinéticas y bandas elásticas. Se pueden incluir ejercicios mono articulares y poliarticulares, intentando que todos los grupos musculares participen en cada sesión de entrenamiento^{8,12}.

Por otro lado, a pesar de que no existen muchos estudios que confirmen el papel de la electroestimulación en el paciente con ERC, los que hay hasta el momento muestran efectos favorables sobre la capacidad funcional en combinación con un entrenamiento de fuerza-resistencia intradialisis^{19,20}.

Ejercicio de flexibilidad

Los ejercicios de flexibilidad durante la sesión de hemodiálisis son muy limitados y por ello no se incluye en prácticamente ningún estudio de intervención. Sin embargo es una capacidad física que se ve afectada con la progresión de la enfermedad⁸ y por ello las intervenciones de ejercicio que se realizan en los días de no diálisis incluyen el entrenamiento de la flexibilidad como una parte fundamental del entrenamiento^{27,28} y al inicio y final de la sesión como parte del calentamiento y vuelta a la calma²⁴.

El **tiempo mínimo de intervención** para obtener beneficios es de 12 semanas, pues se ha visto que las intervenciones con ejercicio físico de menor periodo de tiempo no obtuvieron cambios significativos en el nivel de condición física del paciente³¹. Además, los pacientes que realizan ejercicio físico en los días de no diálisis mostraron mayor incremento en el tiempo de ejercicio y en el VO₂ máx. que los pacientes que se ejercitaban durante la sesión de HD o en sus respectivos hogares de forma autónoma^{12,24}.

6. CONCLUSIÓN

1. El ejercicio aeróbico de forma aislada o combinado con ejercicios de fuerza mejora la tolerancia al ejercicio y la capacidad de esfuerzo del paciente en HD.

2. El ejercicio de fuerza mejora la capacidad funcional, la fuerza y la calidad de vida en pacientes en HD.

3. La intervención con ejercicio aeróbico combinado con ejercicios de fuerza y flexibilidad es el que mayor beneficios produce en la condición física y en la capacidad funcional.

4. Cualquier tipo de ejercicio físico obtiene beneficios psicológicos con la mejora de la sintomatología depresiva.

5. Los ejercicios que se realizan en los días de no diálisis producen más beneficios que el ejercicio intradiálisis, aunque éste último sea el que más éxito tiene en el paciente por la mayor participación y adherencia.

6. El tiempo mínimo de intervención para conseguir mejoras significativas tiene que ser al menos de 3 meses.

7. DIRECTRICES DE TRABAJO

7.1 Pautas de Actuación

7.1.1 Equipo Multidisciplinar

Los pacientes que reciben tratamiento de un equipo multidisciplinar demuestran tener mayor conocimiento acerca de la enfermedad y mejor cuadro clínico, incrementando su nivel de salud, frente aquellos que tienen un bajo nivel de conocimiento sobre su patología. Dentro del equipo disciplinar de esta área distinguimos diferentes perfiles³⁰:

- Nefrólogo. Dan información acerca de la situación de la enfermedad, el tratamiento y las complicaciones que desarrolle el paciente.
- Enfermero. Es la persona encargada de llevar a cabo los tratamientos renales sustitutivos del paciente, así como de su cuidado durante las sesiones de hemodiálisis.
- Psicólogo. Ayuda al paciente a afrontar la enfermedad y a combatir las manifestaciones de su estado anímico que repercuten en el estado de bienestar psico-social del paciente.
- Dietista o Nutricionista. Educa al paciente en los buenos hábitos alimenticios para que la dieta sea sana, equilibrada y adaptada a situación de la enfermedad.
- Fisioterapeuta. Ayuda al paciente con los conocimientos del área de fisioterapia en conjunto con el profesional de actividad física.
- Profesional de la Actividad Física. Educar al paciente en los beneficios que tiene el ejercicio físico sobre su estado de salud y conseguir que el paciente adquiera hábitos de vida saludables. Se encargará de prescribir ejercicio físico adaptado a la evolución de la enfermedad.

Para conseguir el éxito de las funciones individuales debe de haber un trabajo en equipo en el que exista comunicación entre los distintos miembros que lo forman y el propio paciente. Además, no debemos olvidarnos del apoyo familiar, pues estos juegan un papel fundamental en el entorno del paciente incidiendo en su estado psico-social¹⁶.

7.1.2 Pruebas de Evaluación

Cuestionario de actividad física

Con el objetivo de conocer el tipo de actividades que realizan los pacientes, se realizará el Cuestionario EXERNET (Anexo 1).

Pruebas de evaluación de la composición corporal

Se realizará una bioimpedancia para la evaluación de la composición corporal³¹.

Pruebas de valoración de la condición física

1. Ergoespiometría o Prueba de esfuerzo previo al inicio del programa para conocer la capacidad máxima del paciente¹² y adecuar mejor el nivel de actividad física en base a FC máx., VO₂ máx. y umbrales ventilatorios. El protocolo de la prueba de esfuerzo se elegirá en función de las características del paciente.
2. Test de valoración de la fuerza máxima mediante estimación de 1RM en pacientes jóvenes y de mediana edad que sus condiciones clínicas y físicas se lo permitan y dinamometría de manos y piernas para personas de edad más avanzada.

Estas pruebas de valoración de la condición física son las más conocidas en el ámbito de la actividad física. Sin embargo, en muchas ocasiones no se dispone de los medios suficientes para poder realizarlas y la mayor parte de la población que se encuentra en esta situación son personas de tercera edad. Por este motivo se realizarán otras pruebas de valoración de la condición física adaptadas a esta población (Anexo 2).

Se realizarán controles periódicos cada cuatro meses para ver los cambios del paciente con la intervención de ejercicio físico en relación al estado de la enfermedad renal. No obstante, al trabajar en un equipo multidisciplinar se realizarán adaptaciones en función de la evolución de la enfermedad del paciente.

7.1.3 Consideraciones

Debemos tener una ficha clínica de cada paciente en donde se registren las patologías o fármacos que tengamos que tener en cuenta para el correcto diseño del programa de ejercicio.

Por otro lado, comunicaremos a la nutricionista el tipo de ejercicio que realiza el paciente para que lo tenga en cuenta a la hora de diseñar el plan dietético. Debe estar adaptado a las exigencias de la enfermedad y del ejercicio físico para buscar el equilibrio del balance energético.

7.2 Guía de Ejercicio Físico para Enfermedad Renal Crónica Terminal

A continuación, basándome en los resultados obtenidos en la revisión de artículos, voy a establecer unos criterios de intervención con ejercicio físico para pacientes que estén en tratamiento de HD con edad superior a los 65 años que puedan realizar ejercicio físico sin riesgo para su salud.

Directrices de trabajo con ejercicio físico intradiálisis

1. Se realizará ejercicio físico 3 días a la semana coincidiendo con la sesión de HD dentro de las 2 primeras horas de tratamiento.
2. Cada sesión tendrá una duración de 50 minutos que dividimos en 3 partes: calentamiento, parte principal y vuelta a la calma.
3. En el calentamiento realizamos ejercicios de movilidad articular que no impliquen la zona que está conectada a la máquina y ejercicios respiratorios. En función de los ejercicios que vayamos a trabajar posteriormente podemos realizar un calentamiento específico sin carga. En el caso del ejercicio aeróbico serán 5 minutos de pedalina sin carga y en el caso de los ejercicios de fuerza introducimos una serie sin carga.
4. Ejercicio aeróbico con pedalina que se adapte a la posición del paciente durante la sesión de HD. Se aumenta la intensidad progresivamente en relación a la tolerancia al ejercicio físico de cada paciente. En primer lugar aumentamos el tiempo hasta un máximo de 30 minutos y después se incrementa la resistencia de la pedalina de forma progresiva. Si se dispone de pulsómetro trabajamos de menor a mayor intensidad sin superar el 70% de la FC máx.. En caso de que no dispongamos de dicho material, utilizamos la escala de esfuerzo percibido de borg con intensidades entre el 12 y el 14 sobre 20 (Anexo 3).
5. Ejercicios de fuerza para miembro inferior realizando 3 series de 15 repeticiones. Se comienza adaptando el número de series, repeticiones y carga a la condición física inicial del paciente. Se utilizarán distintos materiales para proporcionar una carga externa y aumentar la intensidad de los ejercicios, como tobilleras lastradas, bandas elásticas, balones medicinales o pelotas de contracción. El ritmo de ejecución de los ejercicios será de 2:2 trabajando en concéntrico-excéntrico.

6. Terminamos la sesión con estiramientos de la cadena posterior de la pierna y el cuello. Además, enseñamos otros estiramientos de grupos musculares implicados durante la sesión para que lo realicen al finalizar la HD porque el tratamiento obliga al paciente a estar en una posición en la cual no podemos hacerlos.

7. Es fundamental que los pacientes aprendan correctamente la técnica de ejecución de los ejercicios, así como la técnica apropiada de respiración, evitando realizar la maniobra de Valsalva³².

8. Se debe cesar el ejercicio físico si el paciente se encuentra en estado de hipertensión o hipotensión o si tuviera mareos, náuseas, dolor muscular o articular, palpitaciones, calambres o por contraindicación médica.

Directrices de trabajo con ejercicio físico en días de no diálisis

1. Se realizará ejercicio físico 3 o 4 días a la semana en función de la disponibilidad del paciente y de su condición física, coincidiendo con el día que no recibe diálisis.

2. Cada sesión tendrá una duración de 60 minutos que dividimos en tres partes: calentamiento, parte principal y vuelta a la calma.

3. El calentamiento consta de una fase aeróbica, una fase de movilidad articular, una fase de estiramientos y una fase de calentamiento específico en caso de que la exigencia de los ejercicios de la parte principal lo requiera.

4. El ejercicio aeróbico se trabaja con una intensidad progresiva hasta el 60-70% de la FC máx.. En función de las preferencias del paciente se puede realizar en piscina, en cicloergómetro, carrera al aire libre, elíptica o baile.

5. Los ejercicios de fuerza pueden alcanzar una carga de 70-75% 1RM en los pacientes más jóvenes del grupo mientras que en los que sobrepasan los 70 años es más recomendable realizar ejercicios de fuerza resistencia de 10-15 repeticiones por ejercicio. Se debe intentar que todos los grupos musculares estén implicados en la sesión, realizando ejercicios monoarticulares y poliarticulares. Podemos utilizar pesos libres, máquinas, máquinas isocinéticas y bandas elásticas, balones medicinales o cualquier material que aporte una carga externa.

6. Los ejercicios de flexibilidad, coordinación y equilibrio para reducir el riesgo de caídas mediante actividades específicas que trabajen cada una de estas capacidades o taichí.

7. Se termina la sesión con una fase de vuelta a la calma que incluya ejercicios de flexibilidad, de respiración y/o de relajación.

8. Se debe adaptar el tipo y características del ejercicio físico al estado de salud que presente el paciente en ese mismo momento, por lo que se recomienda preguntarle previo a la sesión como se encuentra en ese día.

BIBLIOGRAFIA

1. Aldo A, Lizana P. Aspectos básicos de anatomía. Sistema Renal. Texto guía del curso de Morfofisiología Humana I para profesores de biología y ciencias naturales. 2009.
2. Calderón FJ. Fisiología humana. Aplicación a la actividad física. Madrid: Panamericana; 2012.
3. Los riñones y cómo funcionan: National Kidney and Urologic Diseases Information Clearinghouse; 2009. Available from: http://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/anatomia/los-rinones-y-como-funcionan/Documents/YourKidneys-SP_508.pdf.
4. Flores JC, Alvo M, Borja H, Morales J, Vega J, Zuñiga C, et al. Enfermedad renal crónica: Clasificación, Identificación, manejo y complicaciones. Rev Med Chile. 2009;137:137-77.
5. Enfermedad Renal Crónica. American Kidney Fund. Available from: <http://www.kidneyfund.org/espanol/falla-renal/enfermedad-renal-crónica.html>.
6. Torres C. Insuficiencia renal crónica. Rev Med Hered. 2003;14(1):1-4.
7. Bellorin E, Ambrosioni P, Carlini RG, Carvalho AB, Correa-Rotter R, Cueto-Manzano A, et al. Guías de practica clínica para la prevención, diagnostico, evaluación y tratamiento de los trastornos minerales y óseos en la enfermedad renal crónica (TMO-ERC) en adultos. Revista de Nefrología. 2013;33(Suppl.1):1-28.
8. Calisto S, Espinoza P, Low V. Aplicación de programa de ejercicio físico en la unidad de diálisis del hospital Dr. Lautaro Navarro Avaria de la ciudad de Punta Arenas. Punta Arenas, Chile: Universidad de Magallanes; 2010.
9. Flores JC. Enfermedad Renal Crónica: epidemiología y factores de riesgo. Rev Med Clin Condes. 2010;21(4):502-7.
10. Andrés E. Fisiopatología de la insuficiencia renal crónica. Anales de cirugía cardiaca y vascular. 2004;10(1):8-76.
11. Lorenzo V, Rodríguez M, Pérez R, Cannata JB. De la osteodistrofia renal a las alteraciones del metabolismo óseo y mineral asociado a la enfermedad renal crónica: evolución de un concepto. Revista de Nefrología. 2007;27(5):527-33.

12. Morishita Y, Nagata D. Strategies to improve physical activity by exercise training in patients with chronic kidney disease. *International Journal of Nephrology and Renovascular Disease*. 2015;8:19-24.
13. Pérez M. Función renal y ejercicio físico. Universidad Complutense de Madrid, Investigación Ud.
14. Fayad S, Escalona R, Freud G. El ejercicio físico en el tratamiento del enfermo con insuficiencia renal crónica (IRC). *Cuadernos de Psicología del Deporte*. 2005;5:15.
15. Segura E. Ejercicio en pacientes en hemodiálisis: revisión sistemática de la literatura. *Revista de nefrología*. 2010;30(2):236-46.
16. Junque A, Esteve V, Tomás E, Paz Ó, Iza G, Luceño I, et al. Resultado de un programa adaptado de ejercicio físico en pacientes ancianos en hemodiálisis. *Enferm Nefrol*. 2015;18(1):11-18.
17. Oliveros MS, Avendaño M, Bonout D, Hirsch S, delaMaza MP, Pedreros C, et al. Estudio piloto sobre entrenamiento físico durante hemodiálisis. *Rev Med Chile*. 2011;139:1046-53.
18. Magnard J, Deschamps T, Cornu C, Paris A, Hristea D. Effects of a six-month intradialytic physical activity program and adequate nutritional support on protein-energy wasting, physical functioning and quality of life in chronic hemodialysis patients: actinut study protocol for a randomized controlled trial. *BMC Nephrology*. 2013;14:259.
19. Contreras GM, Delgado M, Martínez J, Parra I, Borrego F, Segura P. Eficacia de un programa de entrenamiento intradiálisis de fuerza-resistencia en combinación con electroestimulación neuromuscular: mejora en la capacidad funcional, fuerza y calidad de vida. *Rev Soc Esp Enferm Nefrol*. 2011;14(2):112-9.
20. Junqué A, Esteve V, Tomás E, Paz Ó, Iza G, Luceño I, et al. Electroestimulación neuromuscular: una nueva opción terapéutica en la mejoría de la condición física de los pacientes en hemodiálisis. *Enferm Nefrol*. 2014;17(4):269-76.
21. Junque A, Esteve V, Iza G, Tomás E, Luceño I, Paz Ó, et al. Resultados de un programa de ejercicio físico combinado con electroestimulación neuromuscular en pacientes en hemodiálisis. *Enferm Nefrol*. 2013;16(3):161-167.
22. Parsons T, Toffelmire E, King-VanVlack C. Exercise training during hemodialysis improves dialysis efficacy and physical performance. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87(5):680-7.

23. Cheema B, Abas H, Smith B, O'Sullivan A, Chan M, Patwardhan A, et al. Progressive exercise for anabolism in kidney disease (PEAK): A Randomized, controlled trial of resistance training during hemodialysis. *J Am Soc Nephrol.* 2007; 18(5):1594-601.
24. Konstantinidou E, Koukouvou G, Kouidi E, Deligiannis A, Tourkantonis A. Exercise training in patients with end-stage renal disease on hemodialysis: comparison of three rehabilitation programs. *J Rehabil Med.* 2002;34:40-5.
25. Golebioski T, Kusztal M, Weyde W, Dziubek W, Wozniowski M, Madziarska K, et al. A program of physical rehabilitation during hemodialysis sessions improves the fitness of dialysis patients. *Kidney Blood Press Res.* 2012;35:290-6.
26. Wilund KR, Tomayko EJ, Wu P, Chung H, Vallurupalli S, Lakshminarayanan B, et al. Intradialytic exercise training reduces oxidative stress and epicardial fat: a pilot study. *Nephrol Dial Trasplant.* 2010;25:2695-701.
27. Capitanini A, Cupisti A, Mochi N, Rossini D, Lupi A, Michelotti G, et al. Effects of exercise training on exercise aerobic capacity and quality of life in hemodialysis patients. *J Nephrol.* 2008; 21:738-43.
28. Gómez A, Aranda H, Delgado V, León A, Barreto F. Rehabilitación del paciente con insuficiencia renal crónica en hemodiálisis: efectos del taichí sobre la flexibilidad, coordinación y equilibrio de pacientes. *Asociación Colombiana de Nefrología e Hipertensión Arterial.* 2008;1.
29. Makhloogh A, Llali E, Mohseni R, Shahmohammadi S. Effect of intradialytic aerobic exercise on serum electrolytes levels in hemodialysis patients. *Iranian Journal of Kidney Diseases.* 2012;6(2):119-23.
30. Aguilera A, Prieto M, González L, Abad B, Martínez E, Robles I, et al. Una estrategia poco utilizada en el cuidado de pacientes con enfermedad renal crónica: la educación en grupo y multidisciplinar de pacientes y sus familiares. 2012; 15(1). Available from: <http://www.revistaseden.org/imprimir.aspx?idArticulo=4424170093099098091424170>.
31. Di-Gloia MC, Gallar P, Rodríguez I, Laso N, Callejas R, Ortega O, et al. Cambios en los parámetros de composición corporal en pacientes en hemodiálisis y diálisis peritoneal. *Nefrología.* 2012;32(1):108-13.

- ^{32.} Ronai P, Sorace P. Resistance Training for Persons With Chronic Kidney Disease. *Strength and Conditioning Journal*; 30(4):28-30.

ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario de estilo de vida saludable

Fuente: EXERNET



Red de Investigación en ejercicio físico y salud para
poblaciones especiales (EXERNET)

ESTUDIO MULTI-CÉNTRICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA EN PERSONAS MAYORES

Código:

Fecha de la encuesta: _____

El presente documento constituye la primera parte de una serie de cuestionarios relacionados con la salud y la práctica de actividad física. Las preguntas redactadas a lo largo de las siguientes páginas hacen referencia a aspectos nutricionales, de educación, renta, historia deportiva, satisfacción personal... así como los datos personales. **No rellenar los cuadros sombreados.**

DATOS PERSONALES

Nombre y Apellidos _____

Fecha de Nacimiento:

Día
<input type="text"/> <input type="text"/>

Mes
<input type="text"/> <input type="text"/>

Año
<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

--

Edad: _____ años.

--

Sexo: Hombre ☐ ⁽¹⁾ Mujer ☐ ⁽²⁾

--

Edad de Menopausia: _____ años.

--

Domicilio: _____

Localidad: _____ 8. Provincia: _____

Teléfono/s: _____

Estado civil: Soltero/a ☐ ⁽¹⁾ Casado/a ☐ ⁽²⁾
Divorciado/a ☐ ⁽³⁾ Viudo/a ☐ ⁽⁴⁾

--

Lugar de residencia habitual hasta los 15 años:

--

INFORMACIÓN GENERAL

1. Actualmente, ¿realiza actividad física de manera organizada (gimnasio, actividades del ayuntamiento, club deportivo...)?

Sí ☐ ⁽¹⁾

--

No ☐ ⁽²⁾

2. ¿Qué tipo de actividad? []

Natación ☐ (1) Acuagym ☐ (2) Gimnasia Mantenimiento ☐ (3)

Yoga ☐ (4) Otra ☐ (5) Indique cuál: _____

3. ¿Cuántas horas a la semana? _____ horas []

4. En su juventud, ¿practicó algún tipo deporte o hizo ejercicio físico de manera regular? Si ☐ (1) []
No ☐ (0)

5. ¿Qué tipo de actividad? []

Natación ☐ (1)
 Gimnasia Mantenimiento ☐ (2)
 Fútbol ☐ (3)
 Otro ☐ (4) Indique cuál: _____

6. ¿A qué nivel? []

Élite ☐ (1)
 Competición ☐ (2)
 Recreación ☐ (3)
 Otro ☐ (4) Indique cuál: _____

7. Respecto a su vida laboral, ¿trabajó fuera del hogar? Sí ☐ (1) []
No ☐ (0)

8. ¿A qué se dedicaba? []

- | | |
|--|-------------------------------|
| *Dirección de empresas y administraciones públicas | <input type="checkbox"/> (1) |
| *Técnicos y profesionales científicos e intelectuales | <input type="checkbox"/> (2) |
| *Técnicos y profesionales de apoyo | <input type="checkbox"/> (3) |
| *Empleados de tipo administrativo | <input type="checkbox"/> (4) |
| *Trabajadores de servicio de restauración, personales, protección y Vendedores de comercio | <input type="checkbox"/> (5) |
| *Trabajadores cualificados en agricultura y en la pesca | <input type="checkbox"/> (6) |
| *Artesanos y trabajadores cualificados de industrias manufactureras, Construcción, y minería, excepto operadores de instalación y Maquinaria | <input type="checkbox"/> (7) |
| *Operadores instalaciones y maquinaria, y montadores | <input type="checkbox"/> (8) |
| *Trabajadores no cualificados | <input type="checkbox"/> (9) |
| *Fuerzas armadas | <input type="checkbox"/> (10) |
| *Trabajo en el hogar | <input type="checkbox"/> (11) |
| *Desempleado | <input type="checkbox"/> (12) |
| *Otra (indicar): _____ | <input type="checkbox"/> (13) |

9. Indique cuánto tiempo dedica al día a cada una de las siguientes actividades:

	Caminar	Estar sentado	Tareas del hogar
Menos de 1 hora (1)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Entre 1 y 2 horas (2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Entre 2 y 3 horas (3)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Entre 3 y 4 horas (4)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Entre 4 y 5 horas (5)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Más de 5 horas (6)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

10. ¿Toma medicación de manera habitual? Sí ☐ (1) No ☐ (0)

En caso afirmativo, por favor, indique cuál:

Nombre del medicamento y laboratorio fabricante	frecuencia de consumo			Dosis (número de pastillas)
	A veces	Todos los meses	A diario	

11. ¿Fuma? Sí ☐ (1) No ☐ (0)

12. ¿Cuántos cigarrillos al día?

Menos de 5 cigarrillos	<input type="text"/>	(1)
Entre 5 y 10 cigarrillos	<input type="text"/>	(2)
Entre 10 y 15 cigarrillos	<input type="text"/>	(3)
Entre 15 y 20 cigarrillos	<input type="text"/>	(4)
Más de una cajetilla diaria	<input type="text"/>	(5)

13. ¿Toma bebidas alcohólicas de manera habitual? (Incluye cerveza y vino)

Sí ☐ ⁽¹⁾ No ☐ ⁽⁰⁾

14. ¿Cuánta cantidad?

15. ¿Vive sólo? Sí ☐ ⁽¹⁾ No ☐ ⁽⁰⁾

16. ¿Con quién?

Cónyuge ☐ ⁽¹⁾ Hijo/a ☐ ⁽²⁾

Hermano/a ☐ ⁽³⁾ Otro ☐ ⁽⁴⁾ Indique cuál:

17. ¿En su casa tiene ascensor? Sí ☐ ⁽¹⁾ No ☐ ⁽⁰⁾

18. ¿En qué piso vive?

19. ¿Qué estudios tiene?

No sabe leer ni escribir	<input type="checkbox"/> ⁽¹⁾
Estudios primarios	<input type="checkbox"/> ⁽²⁾
Estudios secundarios	<input type="checkbox"/> ⁽³⁾
Estudios universitarios	<input type="checkbox"/> ⁽⁴⁾

20. ¿Cuál es su nivel de renta actual?

Menos de 600 €/mes	<input type="checkbox"/> ⁽¹⁾
Entre 600 y 900 €/mes	<input type="checkbox"/> ⁽²⁾
Más de 900 €/mes	<input type="checkbox"/> ⁽³⁾

CUESTIONARIO DE SALUD EUROQOL-5D (EQ-5D)

Marque con una cruz la respuesta de cada apartado que mejor describa su estado de salud en el día de hoy.

21. MOVILIDAD:

No tengo problemas para caminar.

Tengo algunos problemas para caminar.

Tengo que estar en la cama.

<input type="checkbox"/>	(1)
<input type="checkbox"/>	(2)
<input type="checkbox"/>	(3)

22. CUIDADO PERSONAL:

No tengo problemas con el cuidado personal.

Tengo algunos problemas para lavarme o vestirme.

Soy incapaz de lavarme o vestirme.

<input type="checkbox"/>	(1)
<input type="checkbox"/>	(2)
<input type="checkbox"/>	(3)

23. ACTIVIDADES COTIDIANAS: (p.ej. trabajar, estudiar, hacer las tareas domésticas, actividades familiares o durante el tiempo libre).

No tengo problemas para realizar mis actividades cotidianas.

Tengo algunos problemas para realizar mis actividades cotidianas.

Soy incapaz de realizar mis actividades cotidianas.

<input type="checkbox"/>	(1)
<input type="checkbox"/>	(2)
<input type="checkbox"/>	(3)

24. DOLOR/ MALESTAR:

No tengo dolor ni malestar.

Tengo moderado dolor o malestar.

Tengo mucho dolor o malestar.

<input type="checkbox"/>	(1)
<input type="checkbox"/>	(2)
<input type="checkbox"/>	(3)

25. ANSIEDAD/ DEPRESIÓN:

No estoy ansioso o deprimido.

Estoy moderadamente ansioso o deprimido.

Estoy muy ansioso o deprimido.

<input type="checkbox"/>	(1)
<input type="checkbox"/>	(2)
<input type="checkbox"/>	(3)

26. Comparado con mi estado general de salud durante los últimos 12 meses, mi estado de salud hoy es:

Mejor. ☐ (1)

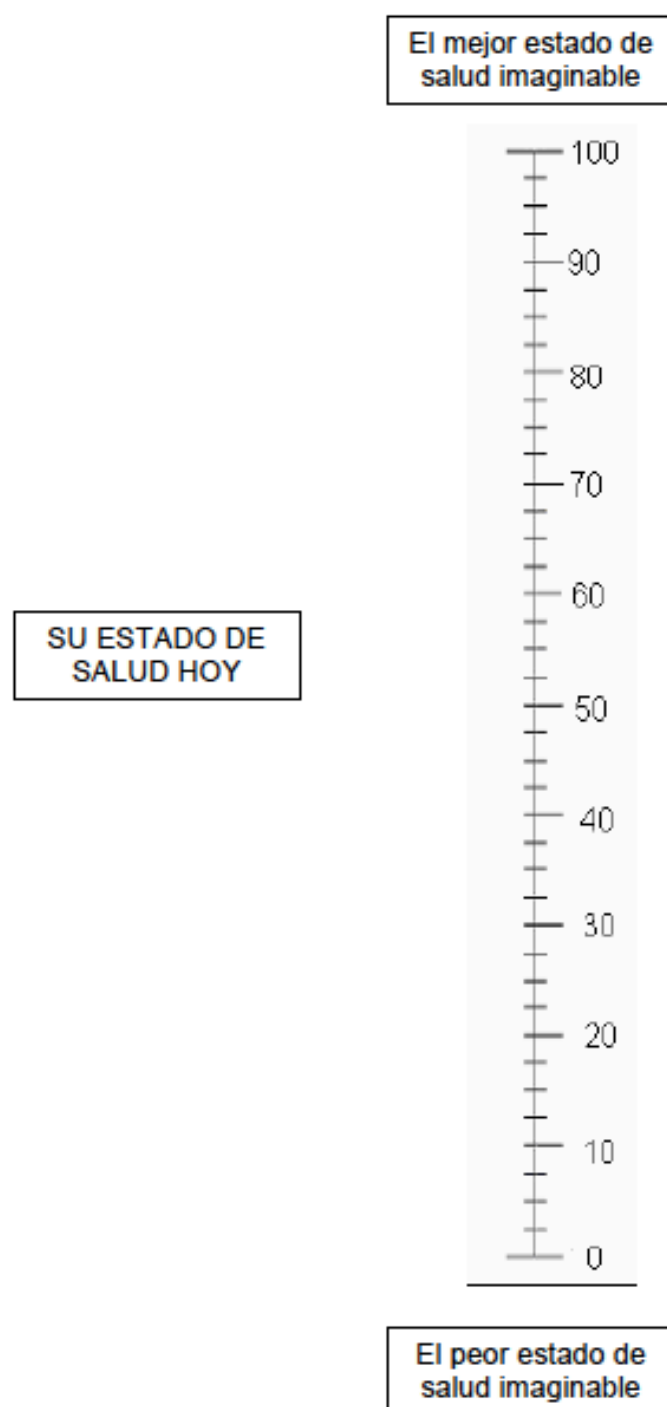
Igual. ☐ (2)

Peor. ☐ (3)

27. Para ayudar a la gente a describir lo bueno o malo que es su estado de salud hemos dibujado una escala parecida a un termómetro en la cual se marca con un 100 el mejor estado de salud que se pueda imaginar y con un 0 el peor estado de salud que se pueda imaginar.

Nos gustaría que nos indicara en esta escala, en su opinión, lo bueno o lo malo que es su estado de salud en el día de hoy.

Por favor, dibuje una línea desde el casillero donde dice "Su estado de salud hoy" hasta el punto del termómetro que en su opinión indique lo bueno o lo malo que es su estado de salud en el día de hoy.



STAGES OF CHANGE QUESTIONNAIRE

"Cuestionario de los estados de cambio"

La **Actividad Física moderada** se refiere a aquellas actividades físicas tales como andar deprisa, subir escaleras, practicar algún deporte, realizar las tareas domésticas, etc. en las que nuestra temperatura corporal se eleva y nuestro ritmo respiratorio se acelera. Resumiendo, al realizar dichas actividades *podemos hablar al mismo tiempo pero nos cuesta*.

Por favor marca un Sí o NO para cada respuesta.

28. Actualmente participo en actividades físicas moderadas Sí ☐ ⁽¹⁾ No ☐ ⁽⁰⁾ ☐

29. Pretendo incrementar mi participación en actividades físicas moderadas durante los próximos 6 meses Sí ☐ ⁽¹⁾ No ☐ ⁽⁰⁾ ☐

Para que la actividad física moderada sea **regular** debe realizarse al menos 5 días por semana y llegar a acumular 30 minutos al día.

30. Actualmente participo en actividad física moderada regular. Sí ☐ ⁽¹⁾ No ☐ ⁽⁰⁾ ☐

31. Llevo participando en actividad física moderada regular desde hace 6 meses o más. Sí ☐ ⁽¹⁾ No ☐ ⁽⁰⁾ ☐

32. En el pasado, fui regular en mi práctica de actividad física moderada por un periodo de al menos 3 meses. Sí ☐ ⁽¹⁾ No ☐ ⁽⁰⁾ ☐

Este es el final de los cuestionarios, **gracias por su participación.**



Red de Investigación en ejercicio físico y salud para poblaciones especiales (EXERNET)

**ESTUDIO MULTI-CÉNTRICO PARA LA
EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA EN
PERSONAS MAYORES**

ANEXO 2. Protocolo de valoración de la condición física corto.

Fuente: EXERNET

VERSIÓN DEFINITIVA JULIO 2008

1.- TEST DE EQUILIBRIO ESTÁTICO



PROCEDIMIENTO:

- Colocarse en bipedestación (de pie) con las manos en las caderas.
- Permanecer apoyado sobre la planta de un pie. El otro pie permanecerá apoyado sobre el tobillo del pie sobre el que se sustenta.
- El evaluador realiza una demostración previa.
- Antes de efectuar el test, se dejará tiempo de prueba.
- Se efectuarán dos intentos con cada pie.

RESULTADO:

Tiempo transcurrido desde que el participante levante voluntariamente el pie del suelo hasta el momento en el que apoya de nuevo el pie en el suelo. Se tendrá en cuenta el mejor intento de los cuatro. Tiempo máximo: 60 segundos.

**2.- TEST DE FUERZA PARA LAS EXTREMIDADES
INFERIORES**
(Test de levantarse y sentarse en la silla)



PROCEDIMIENTO:

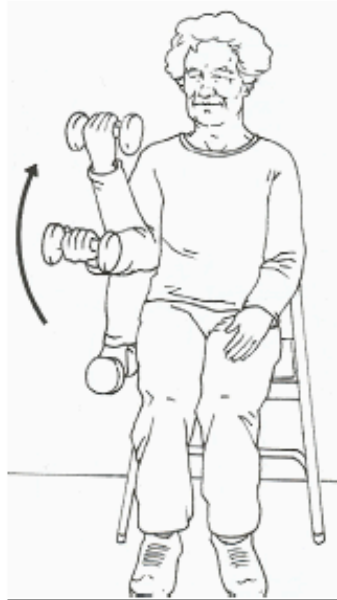
- Sentarse en mitad de una silla tamaño estándar (43-44 cm de altura) que encuentre pegada a la pared.
- Mantener los brazos cruzados y pegados al pecho.
- A la señal de "ya", habrá que levantarse y volverse a sentar tantas veces como sea posible.
- El evaluador realiza una demostración previa.
- Antes de efectuar el test, se dejará tiempo de prueba.

RESULTADO:

Número máximo de repeticiones realizadas en 30 segundos.

3.- TEST DE FUERZA PARA LAS EXTREMIDADES SUPERIORES

(Test de flexión y extensión de brazo con mancuernas)



PROCEDIMIENTO:

- Sentarse en una silla tamaño estándar (43-44 cm de altura).
- Agarrar la mancuerna (2'5 kg mujeres – 4 kg hombres) con la mano que se vaya a realizar el test.
- A la señal de "ya", habrá que flexionar y extender el brazo tantas veces como sea posible.
- Se efectuará un intento con cada brazo.
- El evaluador realiza una demostración previa.
- Antes de efectuar el test, se dejará tiempo de prueba.

RESULTADO:

Número máximo de repeticiones realizadas en 30 segundos.

4.-TEST DE FLEXIBILIDAD PARA LAS EXTREMIDADES INFERIORES



PROCEDIMIENTO:

- Sentarse en el borde de una silla tamaño estándar (43-44 cm).
- Una pierna permanece flexionada con la planta del pie apoyada en el suelo. La otra está estirada lo máximo posible siguiendo la línea de la cadera, con el talón en contacto con el suelo y el pie en flexión de 90°.
- La espalda permanecerá recta, con la cabeza en línea con el tronco.
- Las manos deben estar colocadas una encima de otra, de manera que los dedos más largos queden superpuestos y se recomienda utilizar una regla a modo de guía para deslizar las manos sobre ella.
- Intentar alcanzar poco a poco la punta del pie con las manos, mientras se expulsa el aire.
- Se realizarán dos intentos (uno con cada pierna).
- El evaluador realiza una demostración previa.
- Antes de efectuar el test, se dejará tiempo de prueba.

RESULTADO:

La máxima distancia alcanzada (cm +/-) y mantenida durante 2 segundos.

5.- TEST DE FLEXIBILIDAD PARA LAS EXTREMIDADES SUPERIORES



PROCEDIMIENTO:

- Colocarse en bipedestación (de pie).
- Situarse una de las manos por encima del hombro, con el codo apuntando hacia arriba, los dedos extendidos con la palma de la mano hacia dentro e intentando deslizar ésta lo máximo posible a lo largo de su espalda.
- Al mismo tiempo, coloca la otra mano detrás de la espalda, con la palma hacia fuera e intenta alcanzar o sobrepasar la otra mano.
- Se realizarán dos intentos (uno con cada brazo).
- El evaluador realiza una demostración previa.
- Antes de efectuar el test, se dejará tiempo de prueba.

RESULTADO:

La máxima distancia alcanzada (cm +/-) y mantenida durante 2 segundos.

6.- TEST DE AGILIDAD
(Test de levantarse, caminar (2'45 m y volver a sentarse)



PROCEDIMIENTO:

-Sentarse en el medio de una silla tamaño estándar (43-44 cm de altura) con la espalda recta y las manos sobre los muslos.

-Una pierna permanece ligeramente adelantada sobre la otra.

-Cuando indique el monitor, hay que levantarse de la silla, caminar lo más rápido posible hacia el cono, rodearlo (por cualquiera de sus lados) y volver a sentarse de nuevo en la silla.

-Se realizan dos intentos separados entre sí, al menos, por un minuto de descanso.

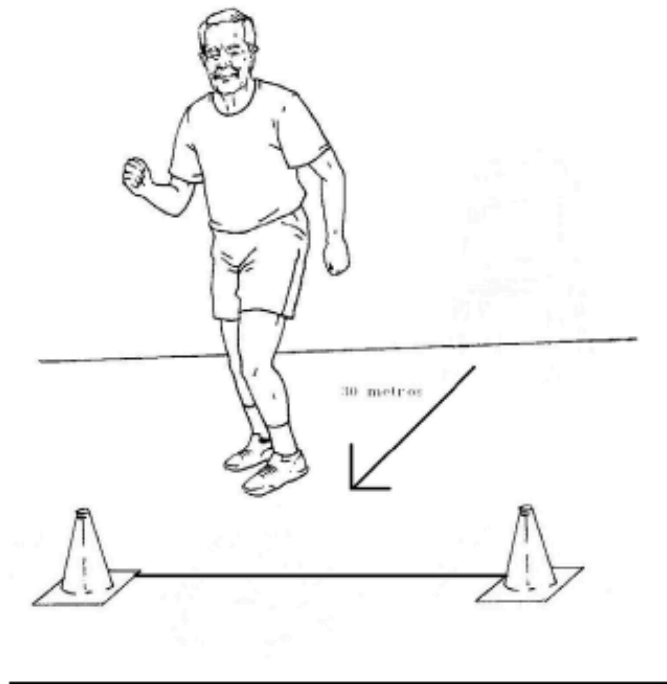
-El evaluador realiza una demostración previa.

-Antes de efectuar el test, se dejará tiempo de prueba.

RESULTADO:

Tiempo necesario desde la señal de inicio hasta el momento en que el participante vuelve a estar sentado en la silla. Se tendrá en cuenta el mejor intento de los dos.

7.- TEST DE VELOCIDAD DE LA MARCHA **(Test de caminar deprisa 30 m)**



PROCEDIMIENTO:

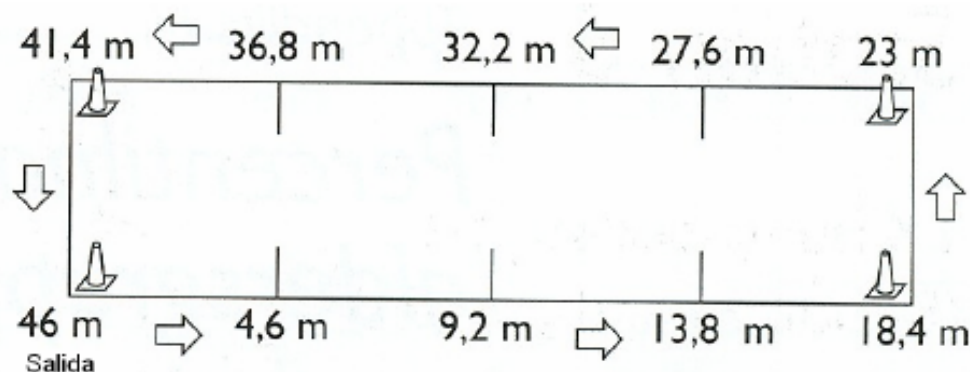
- Situarse de pie, con los pies paralelos, delante de la línea de salida.
- Cuando indique el monitor, hay que caminar lo más rápido posible SIN CORRER hacia la línea de meta.
- Se realizan dos intentos separados entre sí, al menos, por un minuto de descanso.

RESULTADO:

Tiempo transcurrido desde la señal de inicio hasta el momento en que el participante cruza la línea de llegada. Se tendrá en cuenta el mejor intento de los dos.

8.- TEST DE RESISTENCIA AERÓBICA CAMINANDO

(Test de los 6 minutos)



PROCEDIMIENTO:

- Situarse de pie a la altura del cono de salida.
- La prueba consiste en caminar durante 6 minutos alrededor de los conos situados en el suelo.
- El inicio tendrá lugar cuando indique el monitor.
- Conviene no comenzar demasiado rápido para mantener las fuerzas hasta el final.

RESULTADO:

Número de metros que recorre la persona en los 6 minutos.

NOTA: si se siente demasiado cansado, mareado, o con algún otro tipo de malestar, PARE y avise al monitor. No se puede correr y siempre tendrá dos sillas en las esquina opuestas del recorrido por si necesita hacer alguna pausa o descansar.

ANEXO 3. Escala de esfuerzo percibido de Borg

Fuente: Departamento ImFine Research Group

VALORACIÓN DEL ESFUERZO	
6	MUY, MUY LIGERO
7	
8	MUY LIGERO
9	
10	LIGERO
11	
12	ALGO DURO
13	
14	DURO
15	
16	
17	MUY DURO
18	
19	MUY, MUY DURO
20	MÁXIMO, EXTENUANTE

